

GAMS
(General Algebraic Modeling System)

GAMS

- Creado en 1987.
- Entorno de desarrollo GAMSIDE
- Manual de usuario Help-Docs-gams-gamsusersguide.pdf
- Manuales de optimizadores Help-Docs-solvers
- Modelo: nombre_fichero.gms
- Resultados: nombre_fichero.lst

Formato general de las instrucciones GAMS

- Líneas con * en primera columna son de comentario
- No se aceptan tildes ni siquiera en comentarios
- No se distingue entre mayúsculas y minúsculas
- El paréntesis () se utiliza para separar expresiones algebraicas y para concretar argumentos
- En GAMSIDE las palabras reservadas del lenguaje aparecen resaltadas
- Instrucciones acaban en un ;

Estructura general de un modelo

- Declaración de conjuntos. Asignación de valores.
- Inclusión y manipulación de datos de entrada y parámetros auxiliares.
- Variables
- Ecuaciones
- Modelo
- Acotamiento e inicialización de variables
- Resolución del problema de optimización
- Presentación de resultados

Bloques de un modelo en GAMS

- Obligatorios
  VARIABLES
  EQUATIONS
  MODEL
  SOLVE

- Opcionales
  SETS
  ALIAS: ALIAS (i,j) i y j se pueden utilizar indistintamente
  DATA: SCALARS, PARAMETERS, TABLE

- Los valores de INF, EPS son válidos como datos

TABLE (i)

- Ejemplos de sets y tablas

```
SETS i / MAD, BCN /
     j / A1, A2, A3, A4, A5, A6 /

TABLE CAPACIDAD(i,j) capacidad máxima
         A1   A2   A3
MAD      1    0    3
BCN       2    1    2
+
         A4   A5   A6
MAD      2    1    3
BCN       3    2    2
```

+ ← Continuación de tablas con múltiples columnas

TABLE (ii)

- Tablas con más de dos dimensiones

```
SETS i / MAD, BCN /
     j / A1, A2, A3, A4, A5, A6 /
     K / A, B, C /

TABLE CAPACIDAD(i,j,k) capacidad máxima
        A   B   C
MAD.A1  1   0   3
MAD.A2   2   1   2

TABLE CAPACIDAD(i,j,k) capacidad máxima
        A1.A  A1.B  A1.C  A2.A  A2.B
MAD       1     0     3     6     8
BCN        2     1     2     2     4
```


VARIABLES

- Siempre debe haber una variable libre para representar el valor de la función objetivo. Los valores de las variables son guardados siempre.
- Tipos:

  FREE (por omisión) $-\infty$ a $+\infty$

  POSITIVE 0 a $+\infty$

  NEGATIVE $-\infty$ a 0

  BINARY 0 ó 1

  INTEGER 0 a 100
- Sufijos:
  - nombre_var.LO cota inferior
  - nombre_var.UP cota superior
  - nombre_var.L valor inicial antes y valor óptimo después
  - nombre_var.M valor marginal (coste reducido)
  - nombre_var.FX fija una variable a un valor

EQUATIONS

- Bloques:
  - Declaración con comentario explicativo
  - Expresiones matemáticas

- Tipos de restricciones: =E= $=$, =L= $\leq$, =G= $\geq$

- Sufijos:
  - nombre_ec.LO cota inferior (ej. si $\geq$ entonces rhs, si $\leq$ entonces -inf)
  - nombre_ec.UP cota superior (ej. si $\geq$ entonces inf, si $\leq$ entonces rhs)
  - nombre_ec.L valor inicial antes y valor óptimo después (rhs)
  - nombre_ec.M valor marginal (variable dual o precio sombra o precio justo)

MODEL y SOLVE

- MODEL nombre_modelo / nombre_ecuaciones /
  MODEL nombre_modelo / ALL /

- SOLVE nombre_modelo USING tipo_problema
  MINIMIZING (MAXIMIZING) variable_f.o.

Tipos de problemas y optimizadores

- LP, RMIP (programación lineal): **BDMLP**
- MILP (programación lineal entera mixta): **CPLEX, OSL, XA, XPRESS**
- NLP (programación no lineal): **CONOPT, MINOS, SNOPT, PATHNLP, LGO, MOSEK**
- MINLP (programación no lineal entera mixta): **DICOPT, SBB, BARON, OQNLP**

- GAMS Solvers (docs: http://www.gams.com/solvers/index.htm)

Operador $ en asignaciones, sumatorios, restricciones

- Establece una condición

  $(VALOR > 0) $(NUMERO1 <> NUMERO2)
- A la izquierda de una asignación: Realiza la asignación SÓLO cuando se cumple la condición

  X(i)$(Z(i) > 0)=1
- A la derecha de una asignación: Realiza SIEMPRE la asignación tomando ésta el valor 0 si no se cumple la condición

  X(i) =1$(Z(i) > 0)

Operaciones relacionales

- `LT` <, `GT` >, `EQ` =, `NE` <>, `LE` <=, `GE` >=
- `NOT`, `AND`, `OR`, `XOR`
- `DIAG(elemento_conjunto,elemento_conjunto)`={1,0}

  z = sum((i,j)$(diag(i,j) eq 0), x(i,j))
- `SAMEAS(elemento_conjunto,elemento_conjunto)`={V,F}

  z = sum((i,j)$(not sameas(i,j)), x(i,j))

Funciones

- Elementales: +, -, *, /, ** ó `POWER(x,n)`
- `ORD`, `CARD` ordinal y cardinal de un conjunto
- Con índices: `SUM`, `PROD`, `SMAX`, `SMIN`
- Otras funciones: `ABS, ARCTAN, SIN, COS, CEIL, FLOOR, EXP, LOG, LOG10, MAX, MIN, MOD, ROUND, SIGN, SQR, SQRT, TRUNC, NORMAL, UNIFORM, GYEAR, GMONTH, GDAY, GHOUR, GMINUTE`

Conjuntos dinámicos

- Subconjuntos de conjuntos estáticos cuyo contenido puede cambiar mediante asignaciones

```
SETS M meses / 1 * 12 /
     MP(m) meses pares ;
display m ;
MP(m) $[MOD(ord(m),2) = 0] = YES ;
display mp ;
MP('3') = yes ;
display mp ;
MP(m) $(ord(m) = 3) = NO ;
display mp ;
```

- Elementos fundamentales en el desarrollo de modelos en GAMS
- Deben utilizarse sistemáticamente para evitar formular ecuaciones o variables o asignaciones innecesarias.

Operaciones con conjuntos

- Intersección

```
D(a) = B(a) * C(a)
```

- Unión

```
D(a) = B(a) + C(a)
```

- Complementario

```
D(a) = NOT C(a)
```

- Diferencia

```
D(a) = B(a) - C(a)
```

Repeticiones

- `LOOP (`conjunto`,`
  `) ;`
- `WHILE (`condición`,`
  `) ;`
- `REPEAT`
  `UNTIL` condición`;`
- `IF (`condición`,`
  `ELSE`
  `) ;`
- `FOR (`i=inicio `TO/DOWNTO` final (`BY` incremento)`,`
  `) ;`

Secuencia decreciente ↙ (TO/DOWNTO)

Entrada/salida de datos

- Entrada de datos por fichero
  `$include` nombre_del_fichero
- `DISPLAY` nombre_identificador (muestra su valor o contenido)
- Salida de datos por fichero
  `file` nombre_interno / nombre_externo /
  `put` nombre_interno
  `put` nombre_identificador
  `putclose` nombre_interno
- Existen opciones específicas de control de formato de la salida

Control del tiempo y del espacio

- La supresión de la información de salida (lista y tabla de referencias entre los símbolos del código) en el nombre_fichero.lst se consigue con las siguientes opciones.

```
$OFFSYMLIST, OFFSYMXREF, OFFUELLIST, OFFUELXREF
OPTION LIMROW=0, LIMCOL=0, SOLPRINT=OFF, SYSOUT=OFF
```

  o escribiendo en la invocación de GAMS

```
gams nombre_modelo.gms suppress 1
```

  Además, también se puede suprimir la información en pantalla que produce el optimizador con los consiguientes parámetros (por ejemplo, para CPLEX `simdisplay 0 mipdisplay 0`).

```
gams nombre_modelo.gms simdisplay 0
```


Detección de infactibilidades

- Infactibilidades
  - Anular el preproceso
    `preind 0`
  - Detección del conjunto mínimo de infactibilidades
    `iis yes`

cplex.opt - Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ayuda

```
lpmethod 4
qpmethod 4
startalg 4
presolve 1
epopt 1e-6
eprhs 1e-6
epint 1e-4
iis no
```

- Análisis de sensibilidad (http://www.uv.es/~sala/gams/ascplex.pdf)
  - En coeficientes de función objetivo (VARIABLE NAME)
    `objrng all`
  - En cotas de restricciones (ECUATION NAME)
    `rhsrng all`
- Resolución de problemas MIP
  - `MODEL.OPTCA`=criterio_abs_optimalidad en MIP
  - `MODEL.OPTCR`=criterio_rel_optimalidad en MIP

Mejoras en la formulación

- reformulación manual del problema (especialmente indicado en problemas MIP)
- no crear variables ni ecuaciones superfluas
- reducción de número de restricciones y/o elementos
- escalado alrededor de 1 (especialmente indicado en problemas NLP)
- partir de un punto inicial (especialmente indicado en problemas NLP)
- acotamiento de variables